

EVALUACIÓN DEL MODELO DE INFLACIÓN OBJETIVO EN COLOMBIA CON LA
METODOLOGIA DE VECTORES AUTOREGRESIVOS EMPLEANDO PRONOSTICOS Y
SERIES DE TIEMPO

German Oswaldo Pardo Pardo



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA UTP

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2017

EVALUACIÓN DEL MODELO DE INFLACIÓN OBJETIVO EN COLOMBIA CON LA
METODOLOGIA DE VECTORES AUTOREGRESIVOS EMPLEANDO PRONOSTICOS Y
SERIES DE TIEMPO

German Oswaldo Pardo Pardo

Trabajo de Grado para optar

Por el título de Magister en Investigación de Operaciones y Estadística

Director

Mg. Pedro Hugo Clavijo Cortes

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA UTP

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PEREIRA

2017

CONTENIDO

	Pág.
1. Introducción	1
2. La estrategia de la inflación objetivo	3
2.1 Formalización de la estrategia	5
3. La estrategia de inflación objetivo y la política monetaria en Colombia	9
3.1. Canales de transmisión de la política monetaria en Colombia	12
4. Revisión de la literatura relacionada	14
5. El método econométrico	19
5.1 Modelos VAR	20
5.2 Prueba de Chow	21
5.3 Datos	22
6. Resultados de la estimación econométrica	25
7. Conclusiones	29
Referencias bibliográficas	30
Anexos	33

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Pruebas de raíz unitaria	26
Tabla 2: Prueba de cambio estructural de Chow	27
Tabla 3: Prueba LR para cambio estructural	28

LISTA DE GRAFICAS

	Pág.
Gráfica 1: Representación de la estrategia de Inflación objetivo	7
Gráfica 2: Canales de transmisión de la política monetaria	13
Gráfica 3: Transmisión de la política monetaria sobre los tipos de interés	13
Gráfica 4: Inflación en Colombia	22
Gráfica 5: IMACO	23
Gráfica 6: Tasa de crecimiento del tipo de cambio nominal	24
Gráfica 7: Tasa de intervención del Banco de la República	24

ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Estimación del VAR(2)	33
Anexo 2 Prueba CUSUM	34

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de grado, es determinar si la estrategia de inflación objetivo ha modificado la estructura economía del país, al provocar un cambio estructural en la manera como las principales variables teóricas se relacionan. Para ello, se empleó técnicas de series de tiempo, principalmente modelos de vectores autorregresivos y posteriormente dos pruebas de cambio estructural. La primera es la prueba de Chow que es una prueba típica para estos objetivos y la segunda la prueba del estadístico de máxima verosimilitud. El vector autorregresivo está compuesto de cuatro variables: tipo de cambio, una variable aproximada del Producto Interno Bruto de Colombia, la tasa de intervención del Banco de la República y la inflación. Las variables tienen una periodicidad mensual y cubren el periodo 1995M04 hasta 2015M05. Los resultados de la regresión permiten concluir que la adopción de la estrategia de inflación objetivo, sí representó un cambio estructural para la economía colombiana ayudando a mantener baja y estable la inflación.

1. Introducción

La política macroeconómica puede tener diferentes objetivos como, por ejemplo, una alta tasa de crecimiento, un elevado nivel de empleo, un tipo de cambio competitivo, una adecuada distribución del ingreso, entre otros. Sin embargo, actualmente existe un amplio consenso entre economistas en que la estabilidad de precios debe ser el principal objetivo de mediano y largo plazo de la política macroeconómica; estabilidad de precios entendida como una tasa de inflación baja y estable. La literatura especializada reconoce que una tasa de inflación alta y variable tiene sendos costos sociales y económicos ya que las distorsiones que esta genera impiden una asignación eficiente de recursos.

Décadas de discusión sobre la efectividad de la política monetaria para alcanzar ciertos objetivos loables de la política macroeconómica, así como el estudio sobre los efectos de la inflación en una economía, llevaron a dictaminar que debe ser la política monetaria quien capitanee la política macroeconómica. El nuevo consenso macroeconómico reconoce que la política monetaria es una herramienta más eficaz para estabilizar una economía ante choques exógenos que la desvíen de su objetivo de largo plazo. Sin embargo, la respuesta de la política monetaria ante dichos choques debe estar ajustada a un marco institucional de conocimiento y dominio público. Esto pues, descarta el empleo de la política monetaria en el corto plazo para alcanzar otros objetivos como alto crecimiento y bajo desempleo, ya que estos pueden entrar en conflicto con el objetivo primario de la política monetaria de estabilidad de precios en el largo plazo.

Ahora bien, para alcanzar el objetivo de una inflación baja y estable en el largo plazo, actualmente un número nada despreciable de bancos centrales siguen la estrategia de inflación objetivo (IO). La estrategia de IO es un marco de política monetaria flexible que permite a la autoridad monetaria de un país ejercer con algunos grados de discreción sin poner en riesgo su objetivo principal de la estabilidad de precios. Se puede argüir que la estrategia de IO pone un énfasis excesivo sobre el control de la inflación desconociendo otros objetivos de la política monetaria. A lo cual se responde que el excesivo énfasis estriba en que una inflación baja promueve la eficiencia económica y el crecimiento a largo plazo. Aunque se debe mencionar que la evidencia empírica respecto a esto último no es contundente (Angeriz y Arestis, 2009; Ball y Sheridan, 2005).

Si bien se podría listar una serie de posibles beneficios de la estrategia de IO, según Bernanke, Laubach, Mishkin y Posen (2001) la razón fundamental para adoptar la estrategia de IO es que esta provee a la política monetaria con lo que los economistas llaman un ancla nominal. Un ancla nominal no es otra cosa que una restricción para la política monetaria que presiona hacia abajo el nivel de precios a un valor determinado en un momento cualquiera. Un ancla nominal puede adoptar la forma de una restricción cuantitativa como un límite en la cantidad de papel moneda que puede ponerse en circulación, así como una restricción de precios, en la cual se fija el valor del papel moneda en términos de algún bien o activo. La existencia de dicha ancla es deseable en economías con un tipo de cambio flexible o donde la autoridad monetaria no logre controlar la oferta de dinero.

Bajo este nuevo consenso macroeconómico se supone que la política monetaria es más efectiva en presencia de un ancla nominal bien establecida y entre más comprensible y pública sea el ancla, mejor. Para ello, la política monetaria se rige actualmente bajo reglas (al menos en los casos donde se ha adoptado la IO) la cual se entiende como un compromiso efectivo con la estabilidad de precios a largo plazo. La fijación de esta regla se enmarca en un ambiente institucional de transparencia de la política monetaria en donde se comunica al público interesado una tasa de inflación creíble que la autoridad monetaria procura alcanzar en el futuro y en donde la autoridad monetaria debe rendir cuentas. Este marco institucional también requiere que exista autonomía operacional del banco central, de manera que pueda elegir libremente sus instrumentos para el cumplimiento de su objetivo.

En el caso de Colombia, el Banco de la Republica no fue extraño a esta estrategia de política monetaria y entrado el siglo XXI decidió adoptar la estrategia. Los hechos estilizados y el comportamiento de la inflación tras la adopción de la IO parecen mostrar la efectividad del régimen monetario en el país. En este sentido, el objetivo principal del presente documento es evaluar si la adopción del régimen de metas de inflación significó un cambio en la estructura económica de Colombia. Para ello, se emplearán técnicas econométricas de series de tiempo, así como pruebas de cambio estructural para determinar si hubo o no un cambio en la estructura económica del país después de la adopción de la estrategia.

Para efectos del objetivo, el documento está organizado en siete secciones incluyendo esta introducción. En la segunda sección se presenta formalmente la estrategia de IO enmarcándola dentro del nuevo consenso macroeconómico. Más adelante, en la tercera sección, se presenta la evolución de la política monetaria en Colombia y cómo el país llegó a adoptar la estrategia de IO. En la cuarta sección se realiza la revisión de literatura relacionada, enfatizando en aquellos trabajos que han seguido la misma ruta metodológica que acá se emplea. En la quinta sección se expone el modelo de series de tiempo de vectores autorregresivos con el cual se pretende evaluar el impacto de la estrategia en la economía colombiana. En la sexta sección se muestran los resultados econométricos. La última sección concluye.

2. La estrategia de la inflación objetivo

La estrategia de inflación objetivo tiene sus raíces teóricas firmemente plantadas en la nueva síntesis neoclásica. Tras la caída del viejo consenso de la síntesis neoclásica de Samuelson la macroeconomía colapsó en dos escuelas: la escuela del ciclo real de los negocios y los nuevos keynesianos. Para la primera escuela la política monetaria es totalmente irrelevante mientras que para la segunda es esencial para el funcionamiento de la economía real. De este enfrentamiento metodológico surgió la nueva síntesis neoclásica que, como la primera síntesis de Samuelson, mezcla elementos de la economía clásica y la keynesiana. Por un lado, toma la teoría de optimización intertemporal y las expectativas racionales en la línea trazada por Robert Lucas y por otro, la creencia de que la rigidez de precios en el corto plazo es el corazón de las fluctuaciones económicas (Goodfriend y King, 1997; Perrotini, 2014).

Taylor (2000a: 90) proclamó la llegada del nuevo consenso cuando sentenció que: “*at the practical level, a common view of macroeconomics is now pervasive in policy-research projects at universities and central banks around the world. [...] It differs from past views, and it explains the growth and fluctuations of the modern economy; it can thus be said to represent a modern view of macroeconomics*”. Este Nuevo consenso rebaza los alcances de la vieja síntesis neoclásica como lo indica Blinder (1997). Romer (2000) por su parte resalta que el gran cambio radica en que se reemplazó el supuesto de que la autoridad monetaria es capaz de controlar los agregados monetarios por el supuesto de que esta sigue una regla de tasa de interés. Asimismo, señala que la política monetaria se piensa

ahora en términos de una función de reacción que el banco central emplea para responder a choques de la economía y atarla a un objetivo de inflación. En este sentido, en el nuevo consenso, se concibe la cantidad de dinero como endógena y como una función de la tasa de interés, dada la imposibilidad de la autoridad monetaria de predecir la cambiante demanda de dinero (Allsopp y Vines, 2000).

Como señala Romer, bajo el nuevo consenso la política monetaria está atada a una regla. Recuérdese el debate entre reglas y discreción que inició con Kydland y Prescott (1977) quienes mostraron que, si la autoridad monetaria sigue una política discrecional, los resultados de esta son típicamente sub óptimos ya que no se maximiza la función de objetivo social. En este sentido, la autoridad monetaria debe ajustarse a una regla que guíe la política monetaria. Esto generará información accesible y creíble que los agentes puedan incorporar en su acervo de información para la toma de decisiones. Es justamente en este contexto donde cobra importancia la regla de Taylor (1993) la cual condensa el complejo proceso de la formulación de la política monetaria en una regla simple (Giraldo, Misas y Villa, 2012).

La adopción de reglas de política monetaria está estrechamente vinculada con la credibilidad y la reputación de la autoridad monetaria. El propósito de adoptar reglas es guiar la formación de las expectativas sobre el mercado de los agentes y el comportamiento de la autoridad monetaria será creíble en la medida en que estas expectativas sean satisfechas (McCallum, 1984). Adoptar una posición discrecional genera desconfianza en los agentes ya que el mercado posee información asimétrica y los agentes estarán evaluando constantemente sus expectativas sobre la política monetaria, lo que sistemáticamente arroja a la economía a equilibrios sub óptimos. Entonces, como los agentes pueden anticipar el comportamiento de la autoridad monetaria y anular así los beneficios de los shocks monetarios, ésta se verá forzada a soportar sus decisiones en una regla de política. En últimas, la potencial pérdida de reputación y confianza llevará a la autoridad monetaria a invertir en una buena reputación adoptando una regla de política monetaria (Barro y Gordon, 1983).

Cukierman (2002:15) resume bastante bien en que consiste el nuevo consenso: “[...] *there is widespread consensus that the main objective of monetary policy should be price stability, that the central bank (CB) should have the freedom to set the interest rate without political*

interference, and that the objectives and the procedures followed by the CB should be reasonably transparent". Así las cosas, la estrategia requiere que exista un marco institucional transparente que favorezca la independencia de la autoridad monetaria. Además, según Masson, Savastano y Sharma (1997), los elementos clave para que pueda operar la estrategia son: *i)* un objetivo de inflación de largo plazo de conocimiento público, *ii)* prioridad del objetivo de inflación sobre cualquier otro objetivo de la política monetaria y *iii)* independencia de la autoridad monetaria para elegir sus instrumentos. Por lo tanto, son requisitos mínimos para el funcionamiento de la estrategia de IO el anuncio público de metas numéricas para la inflación, así como la transparencia y la rendición de cuentas periódicas a la sociedad.

2.1. Formalización de la estrategia

Puesto que la estrategia de inflación objetivo es el corazón de este documento, será importante familiarizarnos con ella. Siguiendo a Svensson (1997) el modelo canónico de inflación objetivo caracteriza la estructura de una economía con las siguientes dos ecuaciones, donde todos los parámetros son positivos:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta y_{t-1} + \epsilon_1 \quad (1)$$

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} - \alpha_2 (i_{t-1} - \pi_{t-1}) + \epsilon_2, \quad \alpha_1 < 1, \quad (2)$$

donde π_t es la tasa de inflación en el periodo t ; y_t es la brecha del producto definida como el logaritmo del producto actual al potencial; i_t es la tasa de interés nominal la cual se supone está bajo control de la autoridad monetaria; ϵ_1 y ϵ_2 son perturbaciones aleatorias independientes e idénticamente distribuidas (i.i.d.).

La ecuación (1) describe el comportamiento de la inflación. Esta ecuación también se conoce con el nombre de ecuación de oferta agregada y nos dice que el cambio en la tasa de inflación es positivo siempre que el nivel de producto supere el producto potencial con un rezago de un periodo. Esta ecuación, como bien señala Taylor (2000b) es una curva de Phillips aumentada por expectativas considerada también como el equivalente de la NAIRU¹. La ecuación (2) dice que el nivel de producto responde negativamente a los

¹ Tasa de desempleo no aceleradora de la inflación (por sus siglas en inglés). Esta hace referencia a una tasa de desempleo que mantiene la tasa de cambio de la inflación bajo control. Algo así como una tasa natural de desempleo.

incrementos en la tasa de interés real: $r_{t-1} = i_{t-1} - \pi_{t-1}$, de nuevo, con un periodo de rezago. Esta ecuación también es conocida en la literatura como la curva IS.

Periodo tras periodo la autoridad monetaria enfrenta una función de pérdida que depende de la inflación y de la brecha del producto:

$$L_t = \frac{(\pi_t - \pi^{IO})^2}{2} + \frac{\lambda y_t^2}{2}, \lambda > 0$$

con π^{IO} como el objetivo de inflación y λ el peso relativo asignado a los movimientos cíclicos del producto. En ocasiones el objetivo suele darse en términos del nivel de precios y no de la inflación. Sin embargo, en la práctica todos los bancos centrales fijan su objetivo en términos de la tasa de inflación más que en el nivel de los precios.

Ahora bien, el objetivo de la autoridad monetaria en el periodo t es elegir una sucesión de valores de la tasa de interés $\{i_h\}_{h=t}^{\infty}$ presente y futura que minimice, sujeto a (1) y (2), la suma esperada de desviaciones cuadradas descontadas de la inflación respecto a su objetivo:

$$\min U_t = E_t \left\{ \sum_{h=t}^{\infty} \delta^{h-t} \left[\frac{(\pi_t - \pi^{IO})^2 + \lambda y_t^2}{2} \right] \right\}, 0 < \delta < 1$$

donde δ es el factor de descuento y E_t es el operador de esperanza matemática dada la información en el periodo t .

De la solución de este problema de optimización dinámica se obtiene el instrumento de política de la autoridad monetaria. La solución implica el empleo de técnicas de programación dinámica y los detalles de la solución pueden apreciarse mejor en Svensson (1997). Lo cierto es que una vez resuelto el problema de optimización, se obtiene como resultado que la función de reacción de la autoridad monetaria viene dada por:

$$i_t = \pi_t + \theta_1(\pi_t - \pi^{IO}) + \theta_2 y_t$$

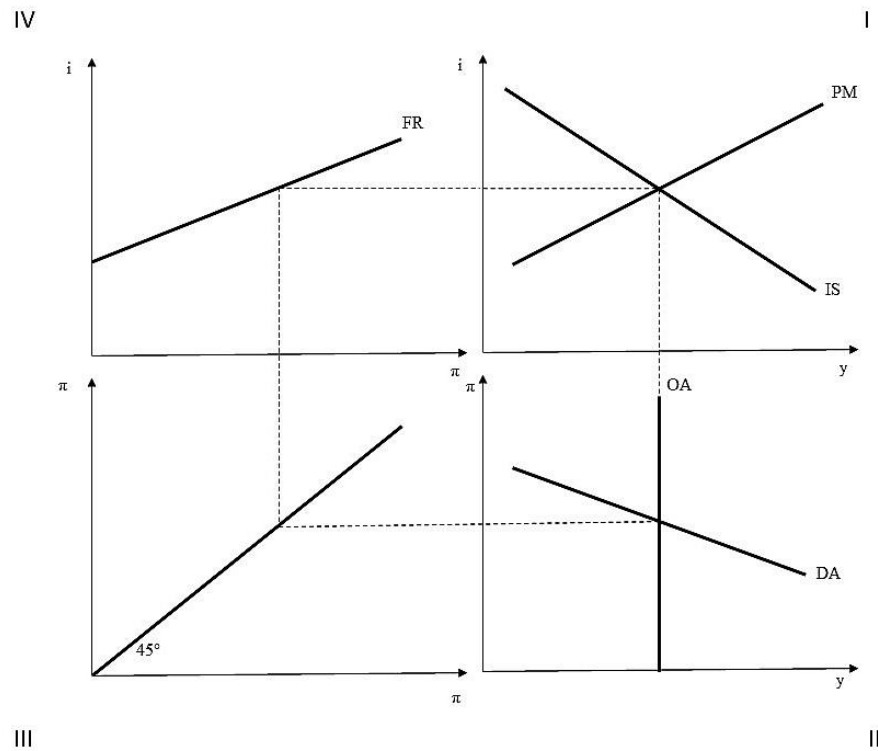
Esta ecuación es la función de reacción de la autoridad monetaria y está incrustada en el supuesto de que la autoridad monetaria es capaz de fijar la tasa de interés real debido a un supuesto control absoluto sobre la tasa nominal de corto plazo. Esta ecuación se conoce como la regla de Taylor y establece que desviaciones de la inflación por encima del objetivo y desviaciones del producto por encima del potencial, acarrearán una tasa de interés nominal

mayor. Nótese que la inclusión de la brecha del producto indica que la autoridad monetaria también puede concentrarse en la estabilización del producto y el empleo.

Es posible representar la estrategia de inflación objetivo en un diagrama que exponga la interrelación entre las variables. En la gráfica 1 el cuadrante I representa la curva IS que como se sabe, expone una pendiente negativa en el plano (y, i) ; PM es la política monetaria que en el plano (y, i) presenta pendiente positiva puesto que se supone que la autoridad monetaria contempla dentro de su función objetivo, las posibles desviaciones del producto de la economía de su potencial. El cuadrante II representa el esquema de oferta y demanda agregadas. La oferta agregada (OA) se encuentra a su nivel potencial y la demanda agregada (DA) se supone dada. El cuadrante III es simplemente una función de 45 grados que sirve para posicionar la inflación π del eje de las abscisas al eje de las ordenadas. Por último, el cuadrante IV es la función de reacción de la autoridad monetaria que como ya se sabe presenta pendiente positiva en el plano (π, i) dado que a mayor inflación una mayor tasa de interés soporta la economía.

Ahora, de acuerdo con la gráfica 1 la economía se encuentra en su equilibrio de mediano plazo donde la economía crece conforme a su producto potencial, el desempleo está a su tasa natural y la economía se encuentra en equilibrio. Resulta prudente aclarar que el equilibrio diagramado es sólo un equilibrio alrededor del cual la economía estará gravitando, ya que ciertamente es difícil para la autoridad monetaria garantizar que π_t resulte exactamente igual a π^{IO} . En todo caso, el diagrama nos ayuda a entender la relación que existe entre pleno empleo, estabilidad de precios y tasa de interés.

Gráfica 1. Representación de la estrategia de inflación objetivo



Fuente: elaboración propia basado en Lavoie (2006)

Ahora bien, las economías modernas son economías abiertas y es de esperar que el tipo de cambio nominal ejerza alguna influencia sobre la tasa de inflación. El tipo de cambio tiene un impacto directo sobre la inflación y es un canal de transmisión de los choques de la política monetaria sobre los precios. El efecto *pass-through* es el efecto que tiene una devaluación de la moneda local sobre la inflación y si dicho efecto es grande, la autoridad monetaria se verá tentada a intervenir en el mercado de divisas para controlar la volatilidad del tipo de cambio.

Siguiendo a Ball (1999) y a Svensson (2000) se puede argumentar que existe un vínculo directo entre el tipo de cambio y la inflación dado por:

$$\Delta e_t = \xi(i_t - \pi_t) + \epsilon_3; \xi > 0$$

donde ξ mide la sensibilidad del (logaritmo del) tipo de cambio (e_t) ante cambios en el tipo de interés real; ϵ_3 como antes es un choque aleatorio.

Por otro lado, además de la relación entre el tipo de cambio y la inflación, también es de esperar que en una economía abierta el tipo de cambio impacte el nivel de producto. El tipo de cambio nominal afecta la demanda agregada por medio del impacto que este tiene sobre las exportaciones netas de la economía lo que, a su vez, afecta la brecha del producto. El tipo de cambio también puede afectar a la oferta agregada, ya que los costos de producción podrían depender del costo de ciertos insumos intermedios importados, así como de los salarios nominales los cuales pueden depender de cambios (reales o esperados) en los precios al consumidor causados por las variaciones del tipo de cambio (Agénor y Montiel, 1999).

Dicho esto, es posible representar una economía abierta por el siguiente conjunto de ecuaciones:

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \beta y_{t-1} + \psi \Delta e_t + \epsilon_1 \quad (3)$$

$$y_t = \alpha_1 y_{t-1} - \alpha_2 (i_{t-1} - \pi_{t-1}) + \alpha_3 \Delta e_t + \epsilon_2, \quad \alpha_1 < 1, \quad (4)$$

$$i_t = \pi_t + \theta_1 (\pi_t - \pi^{IO}) + \theta_2 y_t \quad (5)$$

$$\Delta e_t = \xi (i_t - \pi_t) + \epsilon_3; \quad \xi > 0 \quad (6)$$

La interrelación está presente en el conjunto de ecuaciones, así como la presencia de valores rezagados de las variables en ciertas ecuaciones de comportamiento. Una estructura bastante similar a la de los VAR, razón por la cual, esta metodología se presenta atractiva para estudiar la estructura macroeconómica de un país, en términos del modelo teórico expuesto.

3. La estrategia de inflación objetivo y la política monetaria en Colombia

En el caso particular de Colombia, la constitución política de 1991 marcó un hito en la política monetaria del país. Esta instauró la independencia del Banco de la Republica del gobierno central y le asignó el objetivo principal de mantener el poder adquisitivo de la moneda en coordinación con la política económica general. En otras palabras, mantener una inflación baja, estable y ajustada a un nivel de producto coherente con la capacidad potencial de la economía. Además, le otorgó la libertad de elegir la herramienta de política monetaria necesaria para alcanzar dicho objetivo.

Previo a la adopción de la estrategia de inflación objetivo, el Banco de la Republica empleaba a los agregados monetarios, sobre todo M1, como el principal instrumento de la política monetaria bajo diferentes regímenes cambiarios. El supuesto era que la inflación estaba correlacionada con el crecimiento de la cantidad de dinero y para el caso de Colombia algunos trabajos empíricos así lo confirmaban (Urrutia, 2006). Antes de la constitución política de 1991 el país tenía una estructura económica alineada con el modelo de desarrollo dirigido por el Estado y el tipo de cambio se controlaba mediante el esquema de devaluación “gota a gota” o *crawling peg*. La llegada del nuevo marco institucional tanto político como económico bajo la constitución de 1991, implicó una modificación en el régimen cambiario.

Entre 1994 y 1999 el tipo de cambio flotó dentro de una banda cambiaria que fijaba unas cotas superior e inferior dentro de las cuales, el tipo de cambio podía fluctuar. La cota superior o el techo de la banda, indicaba el nivel máximo del tipo de cambio que el Banco de la Republica estaba dispuesto a tolerar. Una vez que el tipo de cambio se acercaba a la cota superior, el banco de la república vendía los dólares que tenía en reserva conduciendo al tipo de cambio entre el piso y el techo de la banda. Lo opuesto se realizaba cuando el tipo de cambio se acercaba al piso de la banda (cota inferior) que señalaba el valor mínimo tolerado del tipo de cambio por parte del banco de la república.

La crisis asiática y rusa endurecieron el entorno internacional reduciendo dramáticamente el flujo de capitales contrayendo la demanda agregada. Esta contracción de los flujos de capital producto de las crisis internacionales elevó la tasa de interés de la deuda de los países latinoamericanos y presionó el techo de la banda cambiaria lo que llevó al BR a vender divisas. Esta combinación de expectativas de devaluación y altas tasas de interés externas, aumentó las tasas de interés internas lo que reveló que se podían producir cambios significativos en la tasa de interés por la vía de la contracción de la liquidez y esto se transmitía al sector real. Otra revelación del momento fue que cambios pequeños en los agregados monetarios exacerbaba la volatilidad del tipo de interés.

Estos periodos de turbulencia sumados a dos devaluaciones de la banda cambiaria, llevaron al BR en noviembre de 1999 a la decisión de abandonar la banda cambiaria e implementar un régimen de tipo de cambio flexible. Se aprovechó este nuevo régimen cambiario para pasar a un nuevo esquema de política monetaria en el cual el instrumento

de control adoptado fue la tasa de interés de expansión del BR (Urrutia, 2006). A partir de entonces, se inició con la construcción de los indicadores económicos y los modelos de pronóstico que permitieran la consolidación de la estrategia de inflación objetivo. Estrategia que parecía estar en concordancia con el objetivo del banco toda vez que su propósito es mantener una inflación baja y estable que maximice el crecimiento del producto y el empleo.

En el año 2000 el BR anuncia que su intención de adoptar la estrategia de inflación objetivo para seguir su mandato constitucional y en noviembre de 2001 el BR informó la meta de largo plazo para la inflación que era de 3%, argumentando que esta meta era coherente con el objetivo constitucional. Dentro de la estrategia es crucial anunciar la meta de inflación ya que, si esta es creíble los objetivos mencionados de la política monetaria serán compatibles. A partir de 2002 se notifica el rango alrededor de la una meta puntual para cada año siempre tomando en consideración la meta de largo plazo y el mandato constitucional. Desde 2009 la inflación ha estado alrededor de la meta del 3% y a partir de 2010 el rango meta establecido (entre 2% y 4%) ha estado centrado en la meta de largo plazo.

El BR eligió una meta de inflación que fluctúa dentro de unas cotas en primer lugar, porque ningún banco central tiene bajo control absoluto el comportamiento de los precios. El BR lo que hace es manipular la tasa de interés de forma que pueda impactar la dinámica de los precios. Sin embargo, la inflación está sujeta a múltiples factores muchos de ellos por fuera del control del BR. En segundo lugar, la presencia de bandas permite al BR acomodarse a ciertos choques. Las bandas le ofrecen al BR cierta libertad para relajar la política monetaria sin que esta se torne tan restrictiva y contractiva. Entonces, la fijación de bandas o cotas brindan facilidad al BR para ejercer la política monetaria ya que le permite un margen pequeño de error y en periodos de crisis le da margen de maniobra para evitar ciertos efectos construccionistas de la política monetaria.

Lo primero entonces, es proclamar una meta de inflación por parte del banco de la república. En Colombia esta se hace tomando como referencia la inflación de precios del consumidor, que se mide estadísticamente como la variación anual del índice de precios al consumidor (IPC) calculado por el DANE. Fijar y anunciar la meta es importante ya que esta se convierte en el canal por medio del cual el BR le anuncia al público su principal objetivo. Se requiere asimismo que esta sea creíble para que los agentes la tomen como ancla nominal de las

expectativas de inflación y se reduzcan así, los costos de la desinflación. Esto proporciona una regla que conduce las acciones de política monetaria y otorga credibilidad al BR.

Ahora bien, una vez que se fija la meta de inflación objetivo el BR elige el instrumento monetario por medio del cual procura alcanzar dicha meta. El BR ha optado por la tasa de interés de referencia (tasa de operaciones Repo a un día) la cual tomará valores de acuerdo con la meta de alcanzar el objetivo de inflación. Claro que las decisiones sobre política monetaria que toma el BR se basan en el estado actual y esperado de la economía colombiana, así como del pronóstico y las expectativas de inflación a largo plazo. Los cambios que sufra el nivel de la tasa de interés pretenden estabilizar la inflación, en un rango de tiempo de seis a veinticuatro meses, en su nivel de largo plazo (3%) y ajustar el nivel de producto a su nivel potencial.

El BR tiene ciertos criterios en cuanto antes de modificar la tasa de interés. El primero de ellos es una posible desviación permanente de su nivel de largo plazo del 3%. Si los análisis sobre la inflación presente y futura, así como sus determinantes, muestran una clara tendencia a desviarse del objetivo, la tasa de interés de intervención del BR se modifica con la intención de corregir esta desviación. Si se prevé que la desviación es temporal (debido por ejemplo a fenómenos climáticos) o que las expectativas siguen ancladas a su nivel de largo plazo, la tasa de interés no se modifica. Un segundo criterio es el de evitar posibles excesos de gasto o de capacidad productiva. El BR toma en consideración que tal cerca o alejada esta la economía de su nivel potencial. Por último, podemos mencionar que otro criterio es el de evitar desbalances financieros que puedan comprometer la estabilidad financiera del país. Estos criterios se conjugan para guiar el accionar del BR².

3.1. Canales de transmisión de la política monetaria en Colombia

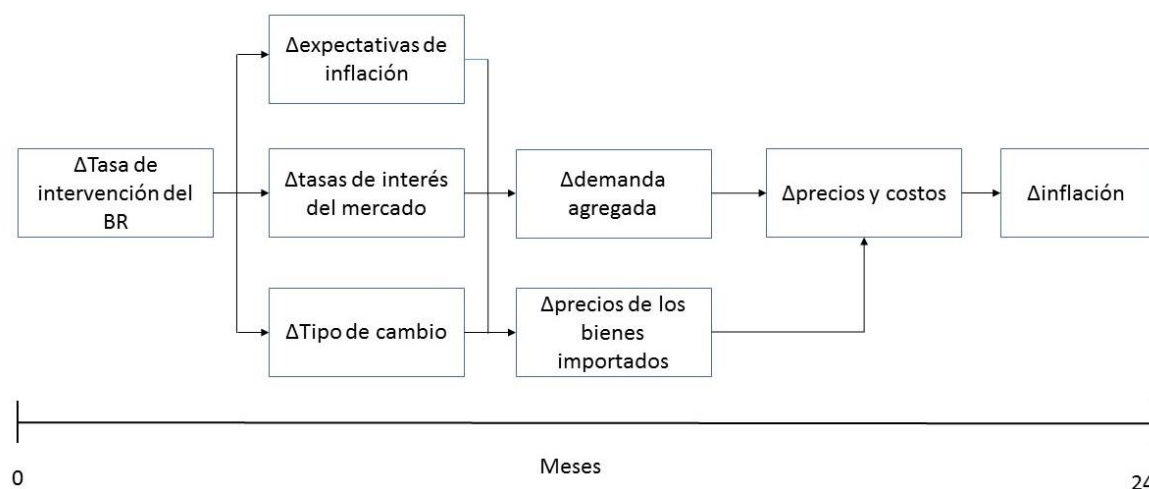
Ahora, ¿cómo se transmite la política monetaria del BR sobre la economía colombiana? Una vez que el BR modifica su tasa de interés de intervención se pone en marcha una serie

² De acuerdo con esto podemos inferir que la estrategia de inflación objetivo que se sigue en Colombia es la versión flexible de la estrategia. En el marco de política monetaria bajo la estrategia de inflación objetivo se pueden encontrar dos esquemas: el estricto y el flexible. Bajo el primer esquema, la autoridad monetaria enfoca sus esfuerzos en cumplir la meta de inflación fijada y cualquier desvío se corrige sin importar lo que ocurra con otras variables macroeconómicas. En la versión flexible la autoridad monetaria toma en consideración el impacto de la política monetaria en otras variables como el producto, el empleo o el tipo de cambio, y reacciona ante las desviaciones de forma más gradual para forzar a la inflación a retornar a su nivel de largo plazo.

de mecanismos de transmisión de la política monetaria que trastocan la trayectoria que hasta el momento lleve la economía y terminan, se espera, estabilizando el producto a su nivel potencial y la inflación a su tasa de largo plazo.

Los canales más importantes que se han identificado a través de los cuales la política monetaria afecta la economía y en última instancia a la inflación, los resume la gráfica 3

Gráfica 2. Canales de transmisión de la política monetaria

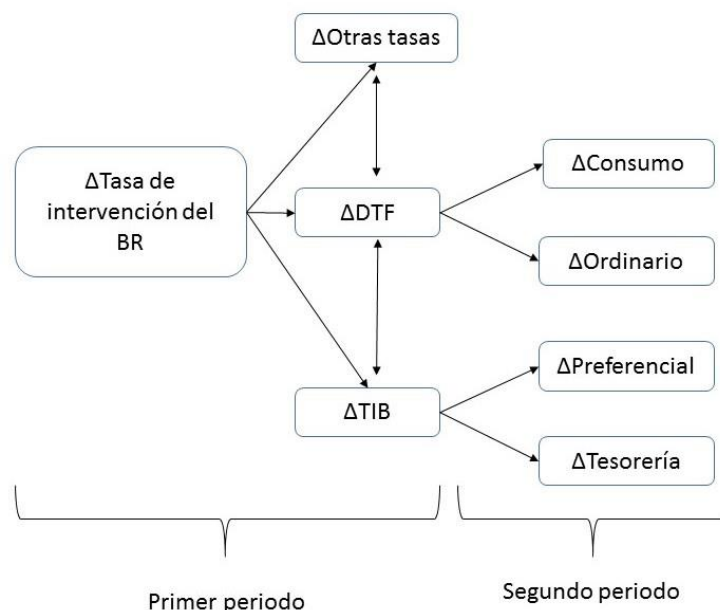


Fuente: elaboración propia con base en BR

Cuando el BR modifica su tasa de intervención, esto, con algunos periodos de rezago, modifica las tasas de interés del mercado, las expectativas que tienen los agentes sobre la inflación y el tipo de cambio. Estas variables, más tarde, alteran el costo del crédito, las decisiones de gasto, producción y empleo de los agentes. Por último, este reajuste de la economía termina afectando la inflación. El BR estima que desde el momento en que modifica sus tasas hasta que la inflación responde a dichos cambios, pueden pasar hasta 24 meses. Claro, esto depende principalmente del origen del cambio inicial de la inflación.

Pongamos la lupa sobre el impacto de la tasa de intervención del BR sobre las tasas de interés del mercado. Este mecanismo de transmisión está representado en la gráfica 4

Gráfica 3. Transmisión de la política monetaria sobre los tipos de interés



Fuente: elaboración propia con base en BR

Los cambios de las tasas de intervención por parte del Banco tienen efectos sobre el costo de fondeo de las instituciones financieras. De acuerdo con la gráfica 4 un aumento en la tasa de intervención del BR provoca un incremento en el costo de fondeo de las instituciones financieras con el BR, lo que más tarde incrementará las tasas de captación y colocación, lo que frenará la demanda agregada, desatando el mecanismo de transmisión descrito en la gráfica 3.

4. Revisión de literatura relacionada

Antes de iniciar, quizá valga la pena mencionar que dentro del contexto de los modelos VAR, la evidencia empírica es mixta mostrando que la estrategia de IO ha modificado en algunos casos la estructura macroeconómica, mientras en otros casos no. Como Honda (2000) advierte, esto puede deberse a que efectivamente la IO no tiene impacto alguno en la economía en consideración o a un problema en la estructura de la información. Más adelante volveremos al respecto. Por lo pronto veamos los hallazgos de cierta literatura relacionada.

El trabajo de Huh (1996) es de las primeras referencias que se pueden hallar en cuanto a la evaluación de la estrategia de inflación objetivo. Empleando datos para el Reino Unido y

una metodología de VAR bayesianos, nuestro autor se dio a la tarea de comprobar si había un cambio estructural en la relación entre las tasas de interés a corto y largo plazo y la inflación, después de la adopción de la estrategia. Los resultados de la estimación muestran que la adopción de metas de inflación generó un cambio significativo en la manera como la política monetaria empezó a afectar a la economía. En primer lugar, podemos mencionar que uno de los resultados significativos es que la estrategia simplificó la manera de conducir la política monetaria. En segundo lugar, sus hallazgos muestran que los valores pronosticados para la inflación coinciden más con los valores observados.

Otro de los artículos clásicos en la materia es el de Mishkin y Posen (1997) quienes estimaron un VAR para Canadá, Nueva Zelanda y el Reino Unido, probando la hipótesis de que la IO tuvo un impacto estructural en la dinámica de estas tres economías. El modelo estimado se utilizó para predecir los valores futuros de las tres variables que componían el VAR y estos valores se compararon posteriormente con los observados. La razón para probar el cambio estructural de esta manera es que las diferencias significativas entre los valores previstos y los reales pueden indicar un cambio en la economía producto de la estrategia. Los resultados obtenidos para los tres países muestran que los valores reales de inflación y tasa de interés estaban por debajo de los valores predichos por el modelo a lo largo del período. Mientras tanto, los valores pronosticados para el crecimiento del PIB fueron muy cercanos a los valores reales. Estos resultados son similares a los obtenidos por Huh (1996), es decir, los objetivos de inflación redujeron y/o mantuvieron la tasa de inflación baja, sin necesidad de una política monetaria más restrictiva, con tasas de interés más altas. Además, la implementación del régimen no tuvo un impacto significativo en el Producto Interno Bruto de estos países, al menos, no como lo predice el modelo.

El artículo de Mishkin y Posen (1997) ejemplificó y a partir de entonces muchos trabajos empíricos siguieron esta misma ruta metodológica. Un primer ejemplo es el de Lane y Van Den Heuvel (1998) quienes estimaron un VAR incluyendo la tasa de crecimiento del PIB real, desempleo, inflación, tipo de cambio efectivo nominal y tasas de interés a corto y largo plazo para el Reino Unido, Francia e Italia. Estos autores utilizaron el mismo enfoque empleado por Mishkin y Posen (1997). Sin embargo, además de incluir otras variables como el desempleo y el tipo de cambio, dividieron el período de pronóstico en dos partes.

La primera parte es el período durante el cual el Reino Unido fue miembro del Mecanismo Europeo de Tasas (ERM), y la segunda parte comprende el período objetivo de inflación. Los resultados obtenidos por Lane y Van Den Heuvel (1998) muestran que la inflación no fue significativamente diferente de la prevista por el modelo, mientras que las tasas de interés a corto y largo plazo fueron inferiores al valor esperado. Una vez más, la conclusión es que el nuevo régimen confirió credibilidad a la política monetaria, lo que permitió mejorar las condiciones monetarias, como muestran las bajas tasas de interés (por debajo de la expectativa).

Kuttner y Posen (1999), utilizando datos del Reino Unido, Nueva Zelanda y Canadá, implementaron dos tipos de análisis. En primer lugar, se estima una función de reacción tipo Taylor, que verifica si ha habido un cambio en la forma en que el banco central responde a los movimientos de la inflación y las tasas de desempleo antes y después de la aplicación del régimen de metas de inflación. En el segundo tipo de análisis, obtuvieron funciones de respuesta de impulso de un VAR para identificar cómo las tasas de interés a corto y largo plazo responden a shocks de inflación inesperados. En general, estos autores concluyen que los objetivos de inflación mejoran la respuesta del banco central a los shocks de oferta y dan credibilidad pública al compromiso del banco central hacia la meta de inflación a largo plazo. De esta manera, no hay necesidad de una política monetaria rígida ya que los objetivos de inflación mejoran la transparencia mediante una comunicación regular con el público sobre objetivos y pronósticos.

Bernanke, et al (2001) estudiaron nueve países, cuatro de los cuales utilizaron objetivos de inflación: Reino Unido, Canadá, Nueva Zelanda y Suecia. Los cinco países restantes, a saber, Estados Unidos, Alemania, Italia, Suiza y Australia, no utilizaron el régimen de metas de inflación durante el período de estudio. Los autores aplicaron tres tipos de pruebas para evaluar la efectividad de la meta de inflación. La primera prueba consistió en estimaciones de la tasa de sacrificio y la curva de Phillips con el objetivo de verificar si la desinflación se logra a menores costos en términos de producción y desempleo en los países que adoptaron metas de inflación. La segunda prueba analizó las expectativas del sector privado con el objetivo de verificar si las metas de inflación ofrecían mayor credibilidad al banco central. Finalmente, utilizaron el mismo método (VAR) empleado por Mishkin y Posen (1997) para determinar si las interacciones entre la inflación, la política monetaria y el PIB real cambian después de la adopción del nuevo régimen. La principal diferencia entre estos

dos estudios es que Bernanke et al (1999) utilizan una estrategia de "grupo control", es decir, comparan los resultados obtenidos para los países que utilizan metas de inflación con un país similar que no ha adoptado el régimen.

Los resultados de la primera prueba sugieren que la adopción de metas de inflación no cambió significativamente los costos económicos reales de un proceso de desinflación, al menos para los países en cuestión. En el segundo grupo de pruebas, las expectativas privadas no cambiaron inmediatamente después del anuncio de la nueva política monetaria. Sin embargo, a medida que se implementa la meta de inflación, la evidencia encontrada por los autores sugiere que las metas numéricas funcionan como anclas efectivas para las expectativas de inflación en el mediano plazo. El último tipo de prueba mostró que tanto la inflación como las tasas de interés estaban por debajo de las expectativas del modelo reproducido durante el período de pronóstico. Con respecto a la tasa de crecimiento del PIB, a pesar de un breve período durante el cual los valores efectivos fueron inferiores a las expectativas, la situación tiende a invertir con el tiempo.

García (2000), utilizando cuatro tipos diferentes de modelos econométricos (ARMA, ARCH, GARCH y VAR), probó la efectividad del régimen chileno de metas de inflación. Al igual que la mayoría de los autores anteriormente mencionados, estimó estos valores para un período anterior a la adopción de objetivos de inflación (enero de 1980 a diciembre de 1990 para modelos univariados y de enero de 1986 a diciembre de 1990 en el caso de VAR) y utilizó los modelos estimados para hacer predicciones para el período post-objetivo. Los resultados mostraron que la adopción de metas de inflación en Chile fue eficiente en la reducción de la inflación. Estos resultados están de acuerdo con todas las pruebas realizadas en otros países que adoptaron el mismo régimen.

Honda (2000), utilizando datos para Nueva Zelanda, Canadá y el Reino Unido, estimó un VAR para la inflación, tasa de crecimiento del PIB, tasa de interés nominal a corto plazo y el crecimiento en el tipo de cambio nominal. Este autor se ocupó de la implementación de pruebas estadísticas más elaboradas en un intento de verificar si la adopción de metas de inflación originó un cambio estructural en la economía. Por lo tanto, el autor llevó a cabo dos tipos de prueba: una prueba de Chow tradicional para cada una de las ecuaciones por separado, y otra prueba para el conjunto de ecuaciones VAR. Los resultados de ambos

tipos de pruebas indicaron que los objetivos de inflación no implicaban un cambio de régimen en los cuatro países en cuestión.

Honda les atribuye estos resultados a dos posibles razones. La primera, que la estrategia de inflación objetivo en verdad no ejerza ningún impacto significativo en la macroeconomía de estos países, al menos en términos de la dinámica de las variables consideradas. Por otra parte, sugiere que los resultados pueden estar vinculados al tipo de prueba que implementó y al número de datos que componían su muestra. Resulta que la prueba de cambio estructural de Chow pierde poder en muestras pequeñas.

Como se podrá apreciar en seguida, este trabajo sigue de cerca la metodología que implementó Honda, pero tratando de tomar en consideración las advertencias metodológicas que hace.

Por su parte, Kamal (2010) evaluó la estrategia empleando un modelo VAR en Brasil, Chile y Sur África, en un arco de tiempo que va desde 1970 hasta 2007. En primer lugar, sus resultados sugieren que la estrategia efectivamente modificó la estructura económica de estos países. El análisis mostró que hubo una mejora significativa en las principales variables macroeconómicas después de la adopción de la estrategia de IO. En segundo lugar, muestra que efectivamente la estrategia ocasionó un cambio estructural en la economía de los países que componen su muestra. En general, el autor toma sus resultados como evidencia a favor de la idea de que la estrategia funciona para estabilizar la economía y ayuda a enfrentar de mejor manera los choques exógenos.

Como advierten Londoño, Tamayo y Velásquez (2012) la mayoría de trabajos empíricos realizados para Colombia empleando modelos VAR sobre el impacto de la política monetaria en variables macroeconómicas, analizan períodos previos a la adopción del régimen de inflación objetivo en el país. Además, se han centrado en estimar canales de transmisión de la política monetaria y existen pocas referencias donde se evalúe el impacto de la IO en Colombia empleando modelos VARs. Es posible hallar algunos estudios sobre el impacto de la IO en Colombia, pero no necesariamente empleando modelos VAR. En este sentido el presente documento estaría explorando terrenos aun inexplorados en la literatura empírica para el caso de Colombia.

Al respecto, está el trabajo de Londoño et al. (2012) quienes emplean un modelo FAVAR para capturar el impacto de la política monetaria sobre la actividad económica real y, por

supuesto, sobre los precios. Nuestros autores utilizan un panel balanceado que contiene 152 series macroeconómicas mensuales para distintas categorías económicas de Colombia. La estimación cubre el periodo 2001m01-2009m12 y sus resultados sugieren que el modelo estimado logra capturar de manera adecuada los canales de transmisión de la política monetaria en el país.

Más tarde, aparece el trabajo de Hamann, Hofstetter y Urrutia (2014) quienes evalúan la estrategia de IO en Colombia para el periodo 2002-2012. Hamann et al, estiman un modelo teórico pensado para una economía pequeña y abierta pensado para Colombia. Se estimó un modelo bayesiano con datos mensuales desde 2002m01-2012m06 que es el periodo de consolidación de la estrategia en el país. Se resaltan los resultados que sugieren que las variables económicas del país, están en buena medida desconectadas de las variables externas ya que el impacto de las últimas sobre las primeras, es ínfimo. Además, el efecto *pass-through* de los cambios del tipo de cambio sobre la inflación son despreciables. Sobre los resultados del efecto *pass-through* vale la pena mencionar los hallazgos de Rodríguez (2011) quien ya había señalado que gran parte de la inflación que se padece en el país, podría ser una inflación importada.

Aunque es posible encontrar diferentes métodos para evaluar la estrategia de inflación objetivo, respecto a los trabajos reseñados ya realizados para Colombia, es posible apreciar que una diferencia entre lo ya hecho y lo que acá se propone, es que este trabajo evalúa la IO en Colombia desde un periodo de tiempo más amplio que contempla un tiempo antes y después de la implementación del régimen en el país.

5. El método econométrico

Una vez que se estableció la relación teórica existente entre las variables presentes en la estrategia de inflación objetivo, el siguiente paso es estimar dicha relación. Para ello, se decidió estimar un modelo de series de tiempo multivariado, concretamente un modelo VAR dado la versatilidad de estos modelos y que trata a las variables involucradas en el análisis como endógenas lo cual va bien con la descripción teórica previamente presentada en el apartado II. Además, esta técnica econométrica permite describir los datos, pronosticar, modelar una cierta estructura macroeconómica y proveer recomendaciones de política. Todas estas, tareas de todo macroeconomista.

Los modelos VAR son una serie de modelos de series de tiempo multivariadas adecuados para describir el proceso generador de datos de un conjunto pequeño de series de tiempo. Dentro de este modelo, las variables son tratadas como endógenas lo cual es ventajoso para capturar la dinámica de la relación entre ellas. Al ser tratadas como endógenas, las variables se expresan como una función lineal de sus propios valores rezagados y de los valores rezagados de las restantes variables presentes en el modelo. Lo anterior permite capturar más apropiadamente los comovimientos de las variables y la dinámica de sus interrelaciones de corto plazo, lo cual no es detectable con modelos univariados como los ARIMA (Stock y Watson, 2001).

Los modelos de series de tiempo univariados fueron bastante populares entre los macroeconometristas pero, después del quiebre estructural que sufre la macroeconomía en los años 1970's estas técnicas no parecían tan acertadas. Sims (1980) presenta una novedosa y prometedora técnica para modelar las relaciones macroeconómicas: los modelos VAR. Aunque los VAR vienen en tres presentaciones, acá seguiremos la forma reducida³.

5.1. Modelos VAR

Un VAR en su forma reducida es un modelo lineal de n ecuaciones y n variables en la cual cada variable es explicada por sus propios valores rezagados y los valores rezagados de las $n - 1$ variables restantes y un término de perturbación aleatoria llamado en ocasiones como error o ruido blanco.

Los modelos VAR en su forma general vienen expresados por:

$$\mathbb{Y}'_t = \sum_{i=1}^p \mathbb{Y}'_{t-i} \mathbb{A}_i + \mathbb{Z}'_t \mathbb{D} + \mathbb{e}'_t$$

donde \mathbb{Y}_t es un vector columna de $n \times 1$ de variables endógenas; \mathbb{A}_i es una matriz de parámetros $n \times n$; \mathbb{Z}_t es un vector columna de $k \times 1$ de variables exógenas; \mathbb{D} es una matriz de parámetros de $k \times n$; p es el número de rezagos de las variables endógenas que se incluirán como variables explicativas; \mathbb{e}_t es un vector columna de $n \times 1$ de ruido blanco.

Estos ruidos blancos se asumen i.i.d. e independientes uno de los otros:

³ Las otras dos formas son la recursiva y la estructural. También hay que aclarar que Sims fue el gran promotor de los modelos VAR pero, fue Quenouille (1957) el primero en investigar sus propiedades.

$$E[\mathbf{e}_t | \mathbf{Y}_{t-s}; s > 0] = \mathbf{0}_{n \times 1}, \quad E[\mathbf{e}_t \mathbf{e}_t' | \mathbf{Y}_{t-s}; s > 0] = \mathbf{I}_{n \times 1}$$

donde $\mathbf{0}_{n \times 1}$ es una matriz $n \times n$ de ceros y $\mathbf{I}_{n \times 1}$ es la matriz identidad de $n \times n$.

5.2. Prueba de Chow

Para determinar si bajo el régimen de inflación objetivo se produjo un cambio en la estructura económica del país, una vez se estime el modelo VAR, se aplicará la prueba de Chow de cambio estructural. La prueba de Chow se usa para probar si hay puntos de quiebre o de cambio estructural en un modelo. Lo que hace la prueba es examinar si los parámetros de un grupo de los datos son iguales a otros grupos de parámetros.

En este caso como se está estimado un sistema de ecuaciones, la prueba se aplica para el sistema de ecuaciones en total y no por ecuación. La prueba de Chow para cambio estructural, va de la siguiente manera (Candelon y Lütkepohl, 2001):

El modelo bajo consideración se estima para el tamaño de la muestra completo que podemos llamar T . Posteriormente se identifica el periodo del quiebre T_B y se parte la muestra en dos submuestras; la primera T_1 donde $T_1 < T_B$ y la segunda $T_2 \leq T - T_B$.

Ahora defínase a \hat{e}_t , \hat{e}_t^1 y \hat{e}_t^2 como los residuos de la regresión completa y de las regresiones sobre las submuestras respectivamente. Empleando la notación $\Sigma_e = T^{-1} \sum_{t=1}^T \hat{e}_t \hat{e}_t'$, $\Sigma_{1,2} = (T_1 + T_2)^{-1} (\sum_{t=1}^{T_1} \hat{e}_t \hat{e}_t' + \sum_{t=T-T_2+1}^{T_1} \hat{e}_t \hat{e}_t')$, $\Sigma_1 = T_1^{-1} \sum_{t=1}^{T_1} \hat{e}_t^1 \hat{e}_t^{1'}$ y $\Sigma_2 = T_2^{-1} \sum_{t=T-T_2+1}^T \hat{e}_t^2 \hat{e}_t^{2'}$ el estadístico de prueba para la prueba de Chow es:

$$\lambda_{BP} = (T_1 + T_2) \log \det \Sigma_{1,2} - T_1 \log \det \Sigma_1 - T_2 \log \det \Sigma_2 \approx \chi_{(k)}^2$$

donde k es la diferencia entre la suma del número de parámetros estimados en las dos submuestras y el número de parámetros estimados en la regresión completa. La hipótesis nula de parámetros constantes en el tiempo se rechaza si λ_{BP} es grande.

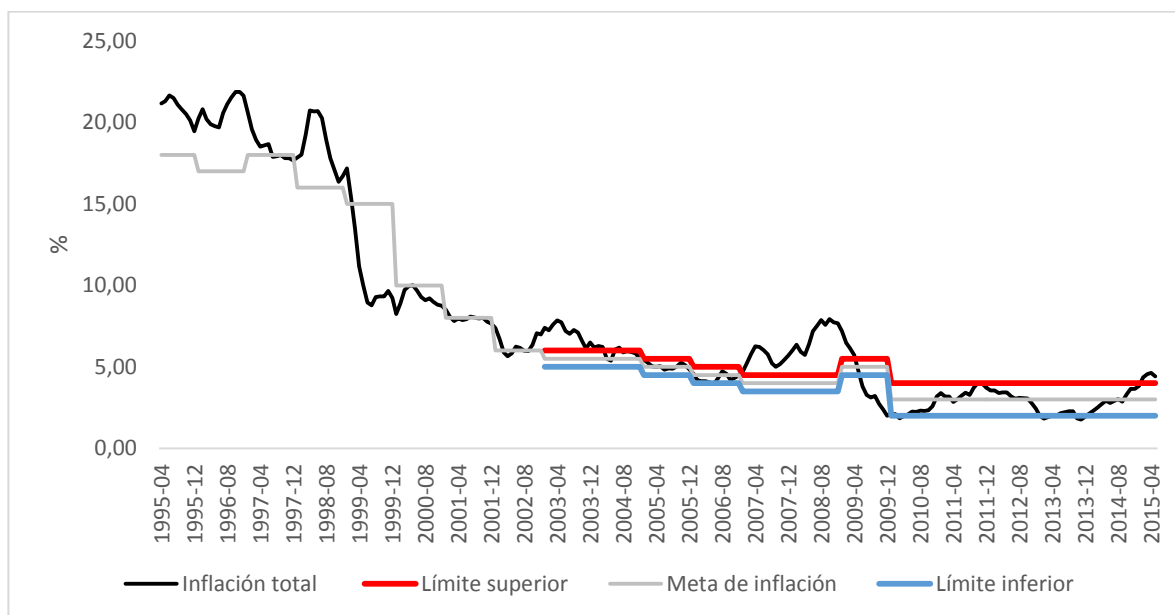
Bien, una vez explicada la estrategia econométrica, pasamos a ver el comportamiento de las series que compondrán el VAR

5.3. Datos

Para la estimación del VAR se emplearán las series de tasa de inflación (PI), tasa de crecimiento del tipo de cambio nominal (TC), la tasa de intervención del BR (TI) y el Índice Mensual de Actividad Colombiana (IMACO). Este último es un indicador mensual que procura aproximarse a la trayectoria de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) de Colombia construido por el BR. Este indicador será una variable aproximada al crecimiento del PIB. Las series tienen una periodicidad mensual y abarcan la fecha 1995M04 hasta 2015M05. No es posible ir más atrás en el tiempo dada la disponibilidad de información sobre la tasa de intervención del BR, así como tampoco es posible acercarnos más a la fecha actual dado que el IMACO se dejó de calcular en 2015 por cambios metodológicos en la fuente del indicador. En total se poseen 242 observaciones con 81 observaciones previas a la adopción de la IO y 161 observaciones posteriores a esto. La fecha de adopción se eligió 2002-01. Todas las series fueron obtenidas de la página del BR.

A continuación, se expone el comportamiento de las series mencionadas.

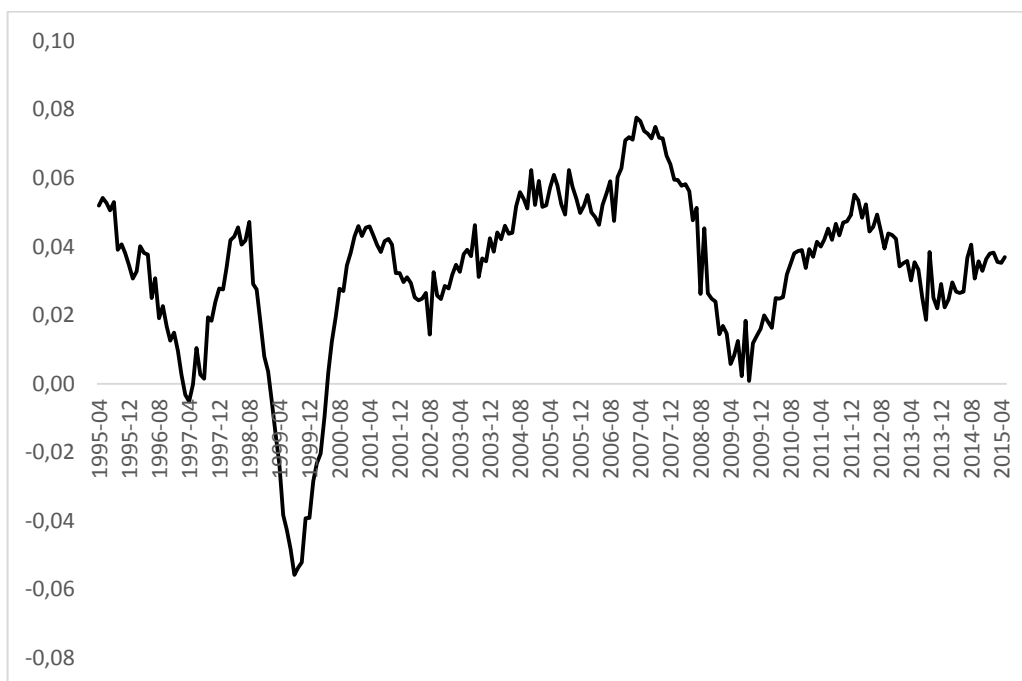
Gráfica 4. Inflación en Colombia



Fuente: elaboración propia con base en datos del BR

De la gráfica 3 rápidamente se puede apreciar la tendencia decreciente de la inflación y una aparente estabilización de esta bajo el régimen de IO adoptado por el BR. También se destaca que para antes de 1999 la tasa de inflación alcanzaba los dos dígitos. A partir de la segunda mitad del año 1999 la tasa de inflación empieza a descender ubicándose en niveles saludables. Desde los años 2000 empieza una caída vertiginosa de la inflación ubicándose frecuentemente dentro de los límites de tolerancia permitidos por el BR.

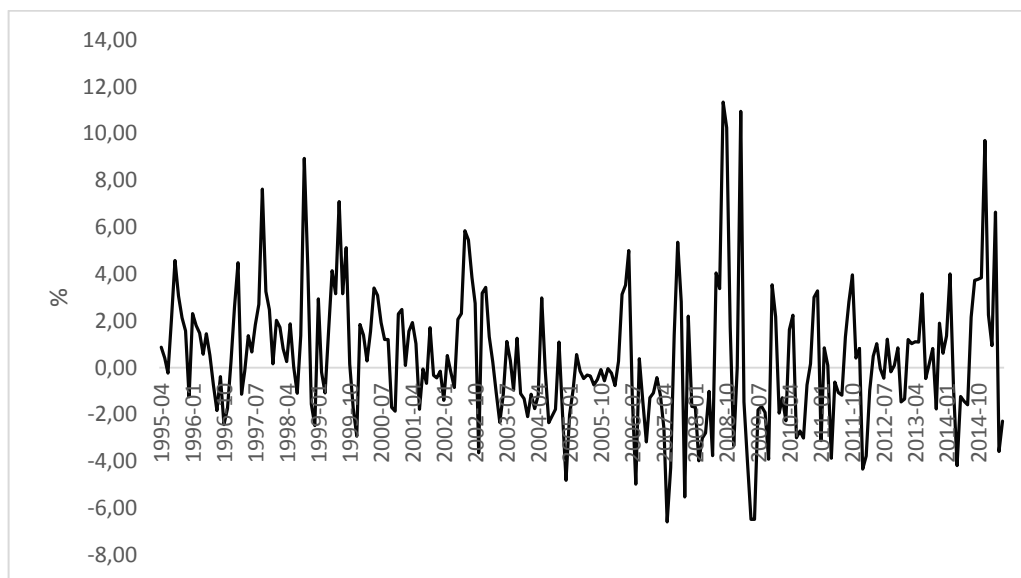
Gráfica 5. IMACO



Fuente: elaboración propia con base en datos del BR

Este indicador de la actividad económica de Colombia captura acertadamente los ciclos económicos que ha padecido la economía colombiana de acuerdo con la gráfica y con Kamil, Pulido y Torres (2010). Llama la atención de inmediato el bajonazo en la actividad económica del país, producto de la crisis que se vivió hacia finales de la década de los 90 del siglo pasado. Asimismo, el impacto de la crisis financiera internacional que golpeó considerablemente la actividad económica del país. De acuerdo con los autores el buen ajuste y su capacidad predictiva, convierten al IMACO en una herramienta útil para seguir la trayectoria del PIB, y si a esto le sumamos su periodicidad, este indicador representará bien el papel del producto de Colombia dentro de nuestro VAR.

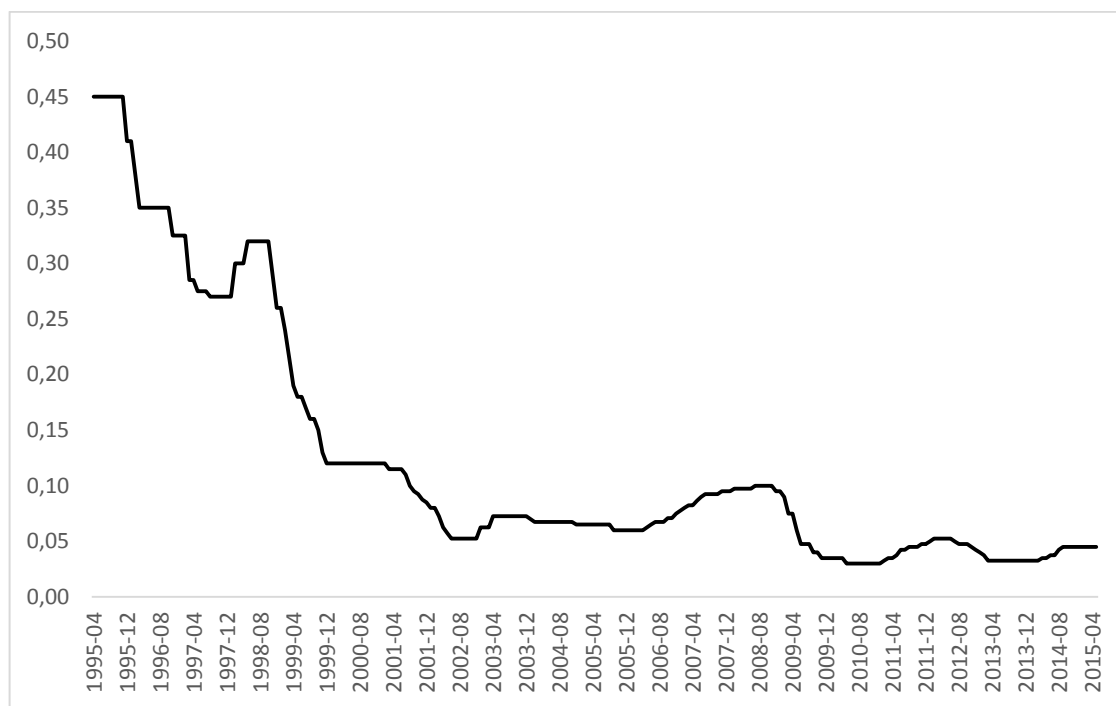
Gráfica 6. Tasa de crecimiento del tipo de cambio nominal



Fuente: elaboración propia con base en datos del BR

Lo que salta a la vista de inmediato al estudiar la gráfica 5 es que para el periodo de la crisis financiera internacional de 2007-2008 y para el inicio de la caída del precio del petróleo, la tasa de crecimiento del tipo de cambio sufrió alteraciones significativas. Estos movimientos en la tasa de crecimiento del tipo de cambio, podrían ser interpretados como alteraciones en la volatilidad de esta serie. Por lo demás, la gráfica muestra una relativa estabilidad en la tasa de crecimiento del tipo de cambio.

Gráfica 7. Tasa de intervención del Banco de la Republica



Fuente: elaboración propia con base en datos del BR.

De la gráfica 6 podemos apreciar el rápido descenso de la tasa de intervención del BR conforme la inflación se estabilizaba en niveles de un dígito. Si comparamos esta gráfica con aquella que representa los valores para la inflación, se nota una alta correlación. Sin embargo, hay que recordar que la política monetaria actúa con algunos periodos de rezago como ya se mencionó en el apartado 2.

6. Resultados de la estimación econométrica

Las estimaciones econométricas que emplean series de tiempo dependen bastante de que ciertas propiedades estadísticas de las series sean satisfechas. Nos referimos concretamente a que las series sean estacionarias y el concepto de estacionariedad está fuertemente vinculado al de raíz unitaria y por lo tanto está atado a las pruebas que existen para comprobar la estacionariedad de una serie.

Cierta literatura relacionada con las pruebas de raíces unitarias, sugiere que las pruebas de raíz unitaria aplicadas a los datos de panel poseen una mejor capacidad de detección de las raíces que aquellas pruebas aplicadas a series de tiempo individuales (véase: Levin, Lin y Chu, 2002; Breitung, 2000; Im, Pesaran y Shin, 2003). Aunque estas pruebas de raíz

unitaria son conocidas típicamente como pruebas para datos panel, estas, teóricamente, son tan sólo pruebas de raíz unitaria para series multivariadas que se aplican a estructuras de panel. Por ello, se decidió aplicar estas pruebas de raíz unitaria para series multivariadas y los resultados se presentan en la Tabla 1

Tabla 1. Pruebas de raíz unitaria

Series: IMACO, PI, TC, TI Muestra: 1995M04 2015M05		
<i>Hipótesis nula: raíz unitaria (asume una raíz unitaria en conjunto)</i>		
Prueba	Estadístico	p-valor
t de Levin, Lin & Chu	-3.78858	0.0001
<i>Hipótesis nula: raíz unitaria (asume una raíz unitaria individual)</i>		
Prueba	Estadístico	p-valor
W de Im, Pesaran & Shin	-6.54938	0.0000
ADF - Fisher Chi-cuadrado	86.0174	0.0000
PP - Fisher Chi-cuadrado	87.5250	0.0000

Fuente: elaboración propia

Como se puede apreciar de la Tabla 1, todos los resultados indican la ausencia de una raíz unitaria tanto en el grupo de series, como en forma individual.

Ahora bien, una vez que se ha determinado la estacionariedad del conjunto de series que conformarán el VAR, el siguiente paso es elegir p : el número de rezagos de las variables endógenas que serán empleados como variables explicativas. Para ello, el camino que típicamente se sigue es el de emplear alguno de los criterios estadísticos diseñados para tal fin. Los más conocidos y empleados en la literatura empírica son el de Akaike (AIC) y el de Schwartz (SC) los cuales se explican a continuación:

$$AIC = -2 \left(\frac{L}{T} \right) + 2 \frac{K}{T}$$

$$SC = -2 \left(\frac{L}{T} \right) + \frac{\ln(T)K}{T}$$

donde L es el logaritmo de la verosimilitud; K el número de parámetros estimados y T el tamaño de la muestra. Estos criterios ayudan a decidir si es deseable incluir regresores adicionales en la regresión, para lo cual la regla de decisión es que si el estadístico F excede a $(T - K - 1)(e^{\frac{2}{T}} - 1)$ en AIC o a $(T - K - 1)(e^{\frac{\ln T}{T}} - 1)$ en SC, dichos regresores deberían

permanecer en la ecuación de regresión. Nótese, en primer lugar, que como $\frac{e^{\frac{2}{T}} - 1}{e^{\frac{1}{T}} - 1} < 1$ esto implica que AIC preferirá siempre modelos más grandes que SC. En segundo lugar, como el signo de L es negativo, siempre se procura minimizar el valor del criterio.

Se decidió emplear para la estimación del VAR el criterio SC ya que es el que elige los modelos más pequeños y eso es útil para no perder valiosos grados de libertad. Existen buenas razones para elegir el criterio de SC y quedarse con el modelo más pequeño. Honda (2000) advierte que cuando el número de parámetros a estimar de un VAR es grande y se cuenta con pocas observaciones, al momento de realizar la prueba de cambio estructural de Chow la prueba no contaría con el poder suficiente para rechazar la hipótesis nula de parámetros constantes en el tiempo. Por la misma tesitura, está el trabajo de Candelon y Lütkepohl (2001) quienes muestran que la prueba de Chow aplicada a pequeñas muestras tiende a distorsionar la distribución del estadístico de prueba bajo la hipótesis nula de estabilidad y su distribución puede resultar diferente de la distribución $\chi^2_{(k)}$ asintótica asumida. Por este motivo, se decidió estimar el modelo de acuerdo al criterio SC.

Una vez que se estimó el número óptimo de rezagos para el VAR con el criterio SC, se estimó un modelo VAR(2). Los resultados de la estimación se encuentran en el anexo 1 y la prueba de CUSUM para probar la estabilidad se reporta en el anexo 2.

Una vez estimado el modelo VAR(2) se procedió a estimar la prueba de Chow. Los resultados se exponen en la Tabla 2.

Tabla 2. Prueba de cambio estructural de Chow

Muestra:	1995 M6 - 2015M5
Fecha del quiebre:	2002 M1
Estadístico de prueba (λ_{BP}):	346.4292
bootstrapped p-valor:	0.000
p-valor $\chi^2_{(k)}$ asintótica:	0.000
Grados de libertad:	46

Fuente: elaboración propia

La tabla 2 nos permite concluir que efectivamente hubo un cambio estructural en la económica colombiana después de la adopción de la estrategia de IO. El estadístico de

prueba es lo suficientemente grande y el p-valor asociado es menor al nivel de significancia que se escoja.

Con el ánimo de apoyar los resultados de la prueba de Chow y corroborar el cambio estructural que sufrió la economía colombiana después de adoptar el régimen de IO, se decidió emplear el contraste de máxima verosimilitud (LR). Esta prueba permite contrastar modelos, en este caso particular, dos modelos VAR; uno que se estimará para el periodo pre-IO y otro post-IO.

A continuación, se describe el camino que se siguió para calcularla.

En primer lugar, se estimó un nuevo VAR empleando una vez más el criterio de Schwarz con las cuatro variables que lo componen, para el periodo pre-IO, esto es, de 1995m04 a 2001m12. El modelo estimado fue un VAR(1). De la estimación se extrae el logaritmo de la verosimilitud (log-likelihood). Después, se estimó de nuevo un VAR pero esta vez para el periodo post-IO (2000m01-2015m05) y empleando el criterio SC el Var estimado fue un VAR(2). Una vez más se extrajo el log-likelihood de la regresión para el periodo post-IO.

Ahora bien, el siguiente paso fue sumar los log-likelihood de las estimaciones para los periodos pre y post IO y crear el $likelihood_{IO}$. Por último, se tomó el log-likelihood del VAR(2) que previamente se había estimado para la muestra completa. Este se llamará el $likelihood_M$

Hecho esto, se pasa a construir el estadístico LR el cual toma la siguiente forma:

$$LR = 2(likelihood_{IO} - likelihood_M)$$

El cual, bajo la hipótesis nula de ausencia de cambio estructural, se distribuye como $\chi^2_{(n^2(p_{IO}-p_M))}$ donde n es el número de variables que conforman el VAR (cuatro en este caso) y p_{IO} , p_M son el número de rezagos empleados en la estimación de los VARs para el periodo pre y post IO respectivamente.

La tabla 3 resume los resultados de las estimaciones

Tabla 3. Prueba LR para cambio estructural

Log-likelihood para el periodo Pre-OI (1)	683.97
Log-likelihood para el periodo Post-OI (2)	1668.89
Log-likelihood para el periodo completo ($likelihood_M$)	2228.08

$likelihood_{OI} (= (1)+(2))$	2352.86
Estadístico LR	249.56
Grados de libertad	16
Valor tabulado para el estadístico a un nivel de significancia del 5%	26.2962

Fuente: elaboración propia

La tabla 3 muestra claramente que el estadístico LR es mayor que el valor tabulado. Por lo tanto, la hipótesis nula de parámetros constantes en el tiempo es rechazada. Esto, está reforzando los resultados hallados con la prueba de Chow y de nuevo permite concluir que efectivamente hay un cambio estructural en la economía colombiana producto de la adopción del régimen de metas de inflación.

7. Conclusiones

Desde que Nueva Zelanda adoptó el régimen de inflación objetivo en 1990, muchos otros países han adoptado la estrategia para conducir la política monetaria y mantener bajo control la inflación. Las experiencias son variadas y en ocasiones encontradas. No existe nada concluyente al respecto. Por este motivo, se decidió que era momento de evaluar la estrategia para el caso de Colombia. Más aun cuando la literatura es escasa para el caso de este país, comparada con la experiencia de otros países para quienes se evaluó la estrategia empleando diferentes metodologías econométricas.

En este trabajo en particular se decidió emplear la metodología de vectores autorregresivos para estudiar el comportamiento dinámico de las variables involucradas en el estudio y posteriormente aplicar la prueba de cambio estructural de Chow. La elección la motivó el hecho de que cuando se sigue este camino por lo general no se halla evidencia a favor de un cambio estructural debido a la adopción de la estrategia. Otra motivación fue que no se hallaban trabajos para Colombia empleando modelos VARs.

Los resultados de la estimación muestran que efectivamente la estrategia de IO ocasionó un cambio estructural en la economía del país. La prueba de Chow permite concluir esto. Además, para soportar los resultados de esta típica prueba, se empleó de forma paralela una prueba LR, una prueba de estadística simple, que soportó los resultados de Chow. Así las cosas, el régimen de metas de inflación ha ayudado a la economía colombiana a mantener la inflación en niveles bajos y estables.

Referencias bibliográficas

- Agénor, P-R., y Montiel, P. (1999) *Development Macroeconomics*, Princeton University Press
- Allsopp, C. y Vines, D. (2000) "The assessment: macroeconomic policy", *Oxford Review of Economic Policy*, 16 (4), pp. 1–32.
- Angeriz, A. y Arestis, P. (2009) "Objetivo de inflación: evaluación de la evidencia", *Investigación Económica*, vol. LXVIII, número especial, pp. 21-46
- Ball, L. (1999) "Policy Rules for Open Economies" En: J. Taylor, ed., *Monetary Policy Rules*, Chicago, University of Chicago Press.
- Ball, L., y Sheridan, N. (2005) *Does Inflation Targeting Matter?*, University of Chicago Press.
- Barro, R.J. y Gordon, D.B. (1983) "Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy", *Journal of Monetary Economics*, Vol. 12(1), p. 101-121
- Bernanke, B.S., Laubach, T., Mishkin, F.S., y Posen, A.S. (2001), *Inflation Targeting: Lessons from the International Experience*, Princeton University Press.
- Blinder, A. S. (1997) "A core of macroeconomic beliefs", *Challenge*, Julio–Agosto, p. 36–44.
- Breitung, J. (2000) "The Local Power of Some Unit Root Tests for Panel Data" En: B. Baltagi, ed., *Advances in Econometrics*, Vol. 15: Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, Amsterdam: JAI Press, p. 161–178.
- Candelon, B. y Lütkepohl, H. (2001) "On the reliability of Chow-type tests for parameter constancy in multivariate dynamic models" *Economics Letters*, 73, p. 155–160
- Cukierman, A. (2002) "Are Contemporary Central Banks Transparent About Economic Models and Objectives and What Difference Does It Make?", The Federal Reserve Bank of St. Louis
- Garcia, C. (2000) Chilean stabilization policy during the 1990. University of California at Los Angeles (UCLA).
- Giraldo, A., Misas, M. y Villa, E. (2012) "Reconstructing Colombia's Recent History of Monetary Policy from 1990 to 2010" *Ensayos sobre Política Económica*, vol. 30, núm. 67

- Goodfriend, M. y King, R. (1997) "The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy", *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 12, pp 231-296
- Hamann, F., Hofstetter, M. y Urrutia, M. (2014) "Inflation targeting in Colombia, 2002-12", *Economia*.
- Honda, Y. (2000) "Some tests on the effects of inflation targeting in New Zealand, Canada, and the UK", *Economics Letters*, 66, p. 1–6
- Huh, C. (1996) "Some evidence on the efficacy of the UK inflation targeting regime: an out-of-sample forecast approach" International Discussion Papers, N. 565. Board of Governors of the Federal Reserve System.
- Im, K. S., Pesaran, M. H. y Shin, Y. (2003) "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels" *Journal of Econometrics*, 115, p. 53–74.
- Kamal, M. (2010) "Inflation Targeting in Brazil, Chile and South Africa: An Empirical Investigation of Their Monetary Policy Framework", William Davidson Institute, Working Paper Number 100
- Kamil, H., Pulido, J. y Torres, J. (2010) "El "IMACO": un índice mensual líder de la actividad económica en Colombia", Banco de la República, Borradores de Economía Núm. 609
- Kuttner, K. N. y Posen, A. S. (1999) "Does talk matter after all? Inflation targeting and central banking behavior" *Institute for International Economics*.
- Kydland, F.E. y Prescott, E.C. (1977) "Rules Rather Than Discretion: The Inconsistency of Optimal Plans", *Journal of Political Economy*, Vol. 85(3), p. 473-492.
- Lane, T. y Van Den Heuvel, S. (1998) "The United Kingdom's experience with inflation targeting" International Monetary Fund (Working Paper 98/87)
- Lavoie, M. (2006) "A Post-Keynesian amendment to the new consensus on monetary policy" *Metroeconomica*, Vol. 57(2), p. 165–192
- Levin, A., C. F. Lin, and C. Chu (2002) "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties" *Journal of Econometrics*, 108, p. 1–24.

- Londoño, A., Tamayo, J. y Velásquez, C. (2012) "Dinámica de la política monetaria e inflación objetivo en Colombia: una aproximación FAVAR", *Ensayos sobre Política Económica*, vol. 30(68), p. 15-71
- Masson, P., Savastano, M. y Sharma, S. (1997) "The Scope for Inflation Targeting in Developing Countries" International Monetary Fund, Working paper. No. 97/130
- McCallum, B.T. (1984) "Credibility and Monetary Policy" *Price Stability and Public Policy*, pp. 105-128. Federal Reserve Bank of Kansas City, (1984).
- Mishkin, F. y Posen, A. S. (1997) "Inflation Targeting: lessons from four countries" National Bureau of Economic Research. (Working Paper 6126).
- Perrotini, I. (2014) "Precios de activos y política monetaria en la nueva síntesis neoclásica", *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, Vol. 9, N°. 1, págs. 89-102
- Quenouille, M. H. (1957) *The analysis of multiple time-series*, Griffin
- Rodríguez, H. (2011) "Estudio del fenómeno de inflación importada vía precios del petróleo y su aplicación al caso colombiano mediante el uso de modelos VAR para el periodo 2000-2009", *Estudios Gerenciales*, Vol. 27(121), p. 79-97
- Romer, D. (2000) "Keynesian macroeconomics without the LM curve", *Journal of Economic Perspectives*, 14 (2), pp. 149-69.
- Sims, Christopher A. (1980) "Macroeconomics and Reality" *Econometrica*. Vol. 48(1), p. 1-48.
- Stock, J.H. y Watson, M.W. (2001) "Vector Autoregressions" *Journal of Economic Perspectives*, Vol.15(4). p. 101-115
- Svensson, L. E. (1997) "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets" *European Economic Review*, 41, 1111-46.
- Svensson, L. E. (2000) "Open-Economy Inflation Targeting" *Journal of International Economics*, Vol. 50(1), p. 155-183
- Taylor, J.B. (1993) "Discretion Versus Policy Rules in Practice", *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, num. 39, pp. 195-214

Taylor, J.B. (2000a) "Teaching modern macroeconomics at the principles level", *American Economic Review*, 90 (2), pp. 90–4.

Taylor, John B., (2000b) "Low Inflation, Pass-Through, and the Pricing Power of Firms," *European Economic Review*, 44, 1389-408.

Urrutia, M. (2006) "Cambio en los instrumentos de política monetaria", *Coyuntura Económica*, Vol.35(2) p.93 - 100

Anexos

Anexo 1. Resultados del VAR(2)

VAR ESTIMATION RESULTS

endogenous variables: tc ti imaco pi
 exogenous variables:
 deterministic variables: CONST
 endogenous lags: 2
 exogenous lags: 0
 sample range: [1995 M6, 2015 M5], T = 240

Lagged endogenous term:

	tc	ti	imaco	pi
tc (t-1)	0.446 (0.067) {0.000}	0.000 (0.000) {0.656}	0.000 (0.000) {0.248}	0.000 (0.000) {0.139}
ti (t-1)	2.768 (27.668) {0.920}	1.047 (0.069) {0.000}	0.122 (0.065) {0.061}	0.040 (0.040) {0.319}
imaco(t-1)	-40.750 (26.553) {0.125}	0.092 (0.066) {0.162}	0.659 (0.063) {0.000}	0.066 (0.038) {0.085}
pi (t-1)	-10.095 (40.215) {0.802}	0.388 (0.100) {0.000}	0.337 (0.095) {0.000}	1.470 (0.058) {0.000}
tc (t-2)	-0.135 (0.066) {0.043}	0.000 (0.000) {0.288}	0.000 (0.000) {0.655}	0.000 (0.000) {0.549}
ti (t-2)	-4.146 (26.615)	-0.103 (0.066)	-0.145 (0.063)	-0.014 (0.039)

		{0.876}	{0.119}	{0.021}	{0.718}
		[-0.156]	[-1.561]	[-2.313]	[-0.361]
imaco(t-2)		28.491	-0.027	0.273	-0.061
		(25.973)	(0.064)	(0.061)	(0.038)
		{0.273}	{0.672}	{0.000}	{0.106}
		[1.097]	[-0.424]	[4.453]	[-1.619]
pi (t-2)		16.941	-0.307	-0.307	-0.526
		(40.155)	(0.099)	(0.095)	(0.058)
		{0.673}	{0.002}	{0.001}	{0.000}
		[0.422]	[-3.086]	[-3.236]	[-9.047]

Deterministic term:

	tc	ti	imaco	pi
CONST	0.306	-0.003	0.003	0.001
	(0.470)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
	{0.515}	{0.006}	{0.005}	{0.256}
	[0.651]	[-2.724]	[2.780]	[1.135]

Anexo 2. Prueba CUSUM

